

古生物標本の登録・管理・利用

八 尾 昭

はじめに

大学・大学院が高等教育による人材の育成と、研究による学問のリードを求められていることは言うまでもない。また、研究成果の普及など（社会貢献）や大学・大学院の自己評価など（説明責任を果たすこと）も求められている。このような状況の中で、研究対象として収集あるいは生成された学術標本、教育・研究に用いられた標本や機材・構築物などの資源、教育・学術資料などがどのように整理・管理され、今後それらが教育・研究・社会貢献・責任説明を果たすことにどのように活かされるのが重要な検討課題となってきた。

学術標本の一つである古生物標本は、過去の生物の遺物（遺骸や生痕）が地層中に化石として残されたものである。古生物標本は生物学や地球科学の基礎教育教材として重要であるだけでなく、生物形態・分類、生物進化、古環境、生物層位、化石資源等の研究分野において重要な研究対象である。古生物（化石）を対象とする研究分野は古生物学あるいは古生物科学と呼ばれるが、地球－生命系科学における歴史的側面を担う科学として位置づけられる。

大阪市立大学大学院理学研究科・理学部地球学教室では、地球史学研究室や人類紀自然学研究室を中心に古生物標本を用いての教育・研究が行われている。現在、地球学教室には教材としての化石標本や研究対象としての化石標本を多数保有している。それらの中には新属・新種記載されたタイプ（模式）標本も含まれ、国際ルールである国際動物命名規約等へのとった登録・保管が強く要請されている。

筆者は放散虫化石という微化石の古生物学的研究を行い、多数の新種および新属を命名・記載して大阪市立大学の標本として登録し、管理してきた。また、それらの研究結果を用いて日本列島および東アジア大陸の形成史を編纂してきた。本小論において、まず筆者の研究過程で扱ってきた放散虫化石標本について概説し、それが日本列島形成史の編纂にいかにより用いられたかを紹介する。さらに、新属・新種記載したタイプ（模式）標本の管理に関する国際ルール「International Code of Zoological Nomenclature, Fourth Edition (1999)」および「国際動物命名規約 第4版 日本語版(2000)」を紹介し、標本の管理・利用のあり方について論じる。なお、筆者は2008年3月末をもって大阪市立大学を定年退職したため、扱ってきた古生物標本が今後どのように管理・利用されるのか、筆者にとって具体的な緊急の課題でもある。

1. 放散虫化石とそれから判明したこと

放散虫は海にプランクトン（浮遊生物）として棲む単細胞生物（原生生物）である。放散虫が他の原生生物と大きく異なる特徴は珪質（ SiO_2 ）の殻を持つことであり、その大きさは0.1～0.5mm程度である。放散虫は世界のあらゆる海の表層から深海に至るまで広く棲み分けており、暖流・寒流といった異なる水塊には異なる放散虫群集が見られ、種構成は実に多様であり、美しいと思える殻を持つものが多い。放散虫は死ぬとその殻は海底に沈着して、海底堆積物中に化石として保存される。放散虫化石はサイズが小さいため微化石と呼ばれ、その形や構造の観察には光学顕微鏡や電子顕微鏡が必要である。

放散虫は今から5億数千万年前（古生代の始め：カンブリア紀）に出現し、古生代～中生代～新生代を通してそれぞれの年代に特徴ある形の殻を持ったグループ（分類群：タクサ）が出現しては絶滅するといった過程を繰り返して現在に至っている。よって、過去の海底堆積物中の放散虫化石を研究すれば、それぞれの年代にどのような放散虫が出現し、分化し、繁殖し、絶滅したかが分かり、放散虫の進化や群集の変遷過程がたどれる。この研究結果を用いれば、放散虫化石によって地層の年代を特定することができ、また、当時の海洋環境も推定することができる。以前は三葉虫（古生代）やアンモナイト（古生代後半～中生代）といった有名な大型化石によって地層の年代を決めていたが、最近ではより普遍的に産出する放散虫化石などの微化石も示準化石（地層の年代を特定する化石）の役割を果たすようになっている。

筆者が扱ってきた放散虫化石は、主に古生代の石炭紀～ペルム紀から中生代の三畳紀～ジュラ紀～白亜紀のものであり、日本列島のこの年代の地層には放散虫化石が含まれることが多い。1970年代までは、古生代～中生代の放散虫化石の研究があまり進んでいなかったため、放散虫化石が示準化石として役立つことは知られていなかった。ところがプレートテクトニクス学説〔海洋プレートが中央海嶺で生成され、側方に移動し、海溝で大陸プレートの下に沈み込んでいき、様々な地質現象（山脈や海溝の形成、地震や火山活動など）がプレート運動に起因するという学説〕が1960年代後半に確立し、沈み込み帯で海洋プレート上の堆積物が大陸プレート側に付加して造山帯を形成すると考えられるようになった。19世紀後半から築かれてきた「地向斜－造山論」から1970年代以降の「プレートテクトニクス」へと造構論の枠組み変換が急速に起り、過去の造山帯のとらえ方が一変した。日本列島においては1970年代後半以降、急速にプレートテクトニクスの視点から造山帯の検討が進められた。その際、放散虫化石の研究も並行して進められ、それまで石炭紀～ペルム紀の浅海域（地向斜域）の地層とみなされていたものの多くが石炭紀～ジュラ紀の海洋プレート上の地層であり、主にジュラ紀に海溝域で付加されたものであることが急速に明らかになっていった。この解明に放散虫化石がいかに貢献したかについては、すでに何度かレビューしてきた（例えば、八尾・水谷、1993）のでここでは触れない。この放散虫化石の示準化石としてのめざましい活躍によって、日本列島の形成史が1980年代に大きく書き換わったことを称して「放散虫革命」と呼んでいる（石垣・八尾、

1982)。

古生代～中生代放散虫化石は、“放散虫革命の主役”であっただけでなく、古生代～中生代の地球環境を示す示相化石としても注目を集めるようになってきた。例えば、古生代末（ペルム紀末：今から2億5100万年前）に全地球的な規模で生物大量絶滅事件が起こり、当時の生物種の約95%が絶滅したと推定されているが、放散虫類も例外ではなかった（八尾・桑原、1997）。この時の絶滅要因として地球環境の急変が想定されるが、まだ具体的なことはよく分かっていない。その中で海洋環境の変化に関して放散虫化石から追究ができそうである（八尾、2007）。

以上のように放散虫という微化石はサイズが小さいため、三葉虫・アンモナイト・恐竜などの大型化石のように目立たないが、顕微鏡下で見る形態は実に美しく、その造形美に魅了されるだけでなく、学術的に重要な役割を果たしている。

2. 生物の命名・記載

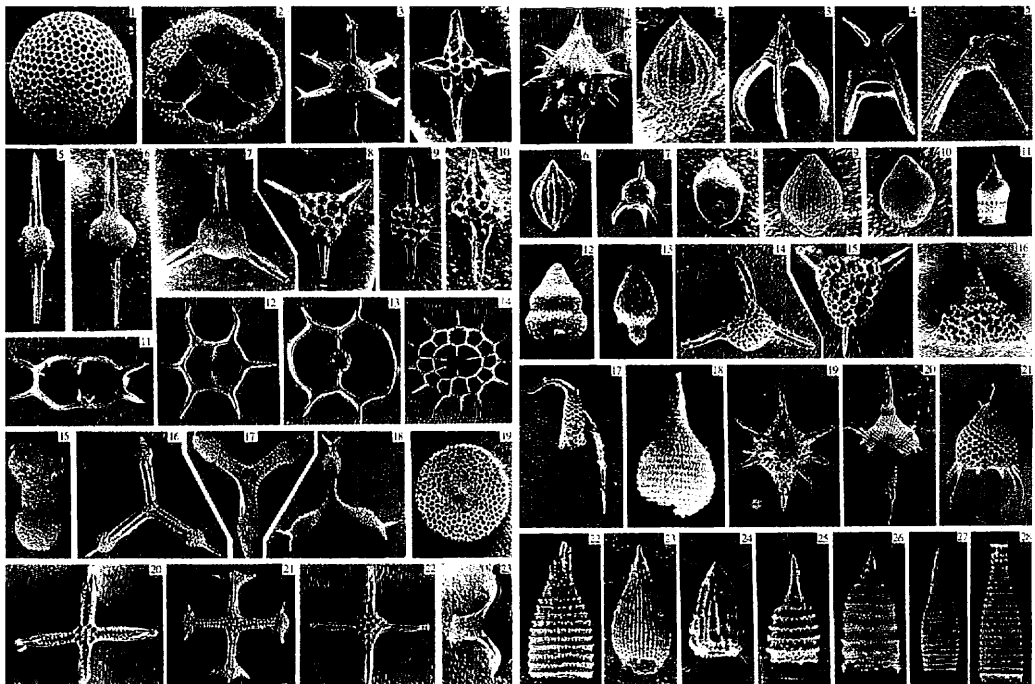
生物学において生物を分類し、種を識別することが基本である。識別された種は学名を与えられ（命名され）、記載され、公表されて始めて種として確定する。ただし、命名・記載・公表するためには、国際ルールに従わなければならない。国際ルールが必要な理由は、同一の種に対して別々の人物がそれぞれ異なる学名を命名するなどの混乱を避けるためである。国際ルールは、「国際動物命名規約」・「国際植物命名規約」・「国際細菌命名規約」の3つの規約で取り決められている。それぞれの規約で命名・記載法が多少異なるが、学名は二語名法（属名と種名）に基づくこと、先取権の原則（同一の種に別々の著者が異なる学名を命名して記載論文を発表した場合、原則として先に発表された学名が有効となる）にのっとることなどの基本は共通している。筆者が扱った放散虫化石は原生生物界に属するが、葉緑体を持たないなどの特徴から動物性原生生物とされてきたことから、その命名・記載は「国際動物命名規約」に従った。国際動物命名規約は、第1版が1961年に出版されて以来、第2版（1964）、第3版（1985）、第4版（1999）と改訂されてきており、現在、第4版が効力を持っている。正本は英語およびフランス語で記されているが、日本動物分類学関連学会連合の発行した日本語版（2000）も規約条87に基づき動物命名法国際審議会が認定した正文である。

生物は、それが現生であろうと絶滅したもの（古生物：化石）であろうと、ルールにのっとって命名・記載・公表されれば、学名として名称が確定する。現在、学名を与えられた生物種は約200万種である。しかし、未記載種を含めた実質的な生物種は数千万種あるいは数億種に達すると推定されている。このように学名を持つ生物種が推定種数よりかなり少ない状況を、筆者が扱っているジュラ紀の放散虫化石を例にとって以下に記す。

岐阜県各務ヶ原市鶴沼の木曽川右岸には、ジュラ紀中世前期に古太平洋の半遠洋域の深海底で堆積したと考えられる珪質泥岩層が露出している。この珪質泥岩層は三疊紀～ジュラ紀古

世のチャート層の上位に堆積し、ジュラ紀中世後期の泥岩・砂岩層に覆われる。これらの地層全体がジュラ紀中世後期に当時のアジア大陸の東南縁に付加したものと考えられる。この珪質泥岩層中にはマンガン団塊がいくつも含まれていて、その中には非常に保存のよい放散虫化石が多量に入っている。数グラムのマンガン団塊試料を塩酸で溶かすと、無数の放散虫化石が取り出せる。この放散虫化石を顕微鏡下で観察して、形態の相違をもとに種区分すると、一試料あたり300~400種が識別される。この種数は、現在の南海トラフ底堆積物中の放散虫種数が約300種であることと類似する。さて、マンガン団塊から産出したジュラ紀中世前期の放散虫化石を鑑定すると、すでに命名されている種に同定されるものが数十種に過ぎず、3分の2以上が未記載種である。筆者はこれらの未記載種のうち1新属・29新種を命名・記載した（Yao, 1972; Ichikawa and Yao, 1976; Yao, 1979）。第1図に鶴沼産マンガン団塊からの放散虫化石（筆者および他の著者によって記載された種を主とする）の一部（51種）を示す。

第1図 ジュラ紀中世前期の放散虫化石の走査電子顕微鏡写真（岐阜県各務ヶ原市鶴沼、マンガン団塊産）

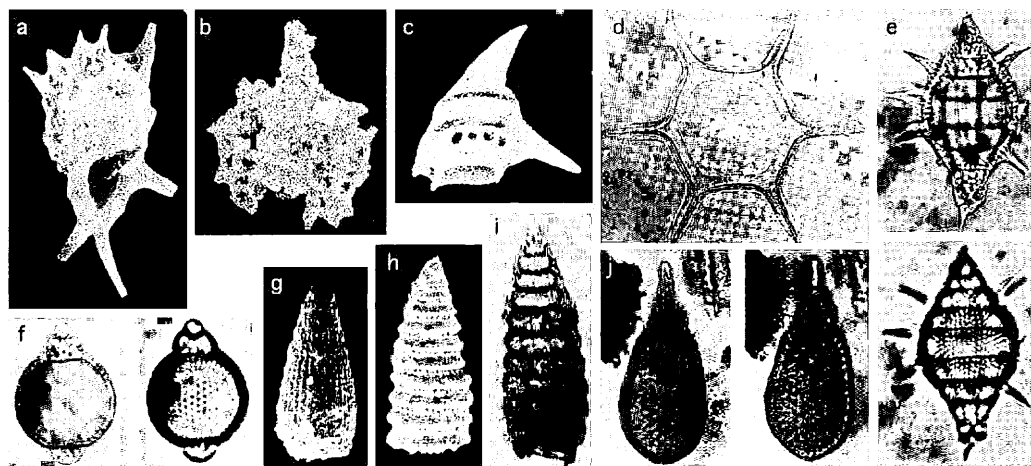


（注）放散虫化石個体のサイズは、およそ0.1~0.5mmである。

マンガン団塊以外からの放散虫化石も筆者や大阪市立大学の共同研究者（大学院生を含む）によって精力的に新種記載された。その内訳は、古生代シルル紀~デボン紀の放散虫化石10種（Umeda, 1997; Umeda, 1998）、ペルム紀の放散虫化石8種（Kuwahara, 1992; Kuwahara, 1999; Yao and Kuwahara, 1999）、三畳紀の放散虫化石2種（Yao, 1982）、ジュラ紀の放散虫化石26種（1新属を含む）（Yao, 1982; Matsuoka, 1982; Matsuoka, 1983; Matsuoka, 1984;

Matsuoka and Yao, 1985; Matsuoka, 1986; Hori, 1988; Hori and Yao, 1988; Hori and Otsuka, 1989)、新生代の放散虫化石26種 (Funakawa, 1994; Funakawa, 1995; Funakawa, 2000) である。以上の新属・新種記載された標本のほとんどは西南日本の地層から産出したものである。第2図に大阪市立大学に登録された放散虫化石標本のうち、9種のホロタイプの例を示す。このうちの1種 (*Neobaillella antaixiangi* Yao and Kuwahara: 第2図b) は、筆者が長年共同研究を進めてきた南中国四川省のペルム系から産した放散虫化石である。なお、*Neobaillella antaixiangi* の種名は北京大学教授であった安太岸 (An Taixiang) 先生の名前に由来し、安教授が中心になって我々の共同研究を推進されたにもかかわらず、1996年に永眠されたことを惜しんで命名したものである。

第2図 大阪市立大学に登録されている放散虫化石のホロタイプの例



- (注) a. *Protoholoeiscus spinosus* Umeda, 1998 [OCU PR 0164] (デボン紀中世: 高知県横倉山産)
 b. *Neobaillella antaixiangi* Yao and Kuwahara, 1999 [OCU PR 0281] (ペルム紀新世: 中国四川省広元上寺産)
 c. *Albaillella yaoi* Kuwahara, 1999 [OCU PR 0275] (ペルム紀新世: 岐阜県郡上八幡産)
 d. *Hexasaturnalis hexagonus* (Yao), 1972 [OCU MR 2041] (ジュラ紀中世: 岐阜県鷺沼産)
 e. *Unuma echinatus* Ichikawa and Yao, 1976 [OCU MR 2081] (ジュラ紀中世: 岐阜県鷺沼産)
 f. *Striatojaponocapsa plicarum* (Yao), 1979 [OCU MR 2224] (ジュラ紀中世: 岐阜県鷺沼産)
 g. *Parahsuum simplum* Yao, 1982 [OCU MR 2474] (ジュラ紀古世: 岐阜県鷺沼産)
 h. *Triassocampe nova* Yao, 1982 [OCU MR 2488] (三畳紀新世: 岐阜県鷺沼産)
 i. *Pseudodictyomitra primitiva* Matsuoka and Yao, 1985 [OCU MR 2729] (ジュラ紀新世: 和歌山県紀伊由良産)
 j. *Stylocapsa tecta* Matsuoka [OCU MR 2567] (ジュラ紀中世後期~新世前期: 高知県佐川産)

3. タイプ（模式）標本の登録と保管

本小論では具体的な命名・記載法には触れないで、国際動物命名規約（第4版：日本語版）で規定されたタイプ（模式）標本の登録と保管のあり方について次に紹介する。なお、規約の条文から引用した部分は斜体字で示す。

(1) タイプ標本の指定

条73 原公表中で固定されたタイプ（ホロタイプおよびシントタイプ）

73.1. ホロタイプ. ホロタイプとは、単一の標本であって、ある新しい名義種階級群タクソンが原公表のなかで基づいたものである。

73.1.1. ある新しい名義種階級群タクソンを設立するときに、原公表のなかで、著者が、標本1つだけを指してそれがホロタイプもしくは“唯一のタイプ”であると述べたか、または、何か同等の表現を使用した場合、その標本が、原指定によって固定されたホロタイプである。（以下、省略）

勧告16E. シンタイプよりもホロタイプが好ましいこと。著者は、可能な限りホロタイプを選ぶべきである。

以上の条文は、多少直訳調でわかりづらい文章ではあるが、未記載種に新たな学名を命名して発表する場合、その新種を代表する1個体のホロタイプ（horotype：完模式標本）を指定しなければならないということを規定している。ホロタイプが1個体に限定される理由は、複数の個体で新種を代表させた場合（シンタイプの指定）、後の研究でその種が複数の種に細分されることが分かると、もとの種を代表するのはどの個体かが分からなくなるからである。新種を代表する個体として、ホロタイプ以外にパラタイプ（paratype：副模式標本）を1個体ないし複数の個体を指定することができる。パラタイプの指定は、その新種の形態的変異幅を示す意図も含まれる。シンタイプ（syntype：総模式標本）はこれまでホロタイプもレクトタイプも指定されたことがない複数の個体からなる。レクトタイプ（lectotype：後模式標本）はある名義種の設立後、シンタイプのなかから唯一の担名タイプ標本として指定されたものをいう。規約では、タイプ標本の指定においてシンタイプよりもホロタイプを指定の方が好ましいことを勧告している。

(2) タイプ標本の登録

勧告16D. タイプ標本を識別する情報の公表. 著者はタイプ標本を他の標本から区別するための情報を提供するにあたって、標本番号やラベル記載事項などについての情報を含めるべきである。

ホロタイプおよびパラタイプを指定する場合、各標本には「標本番号」および「ラベル」をつけることが上の条文で勧告されている。

「標本番号」は研究機関における「登録番号」である。大阪市立大学大学院理学研究科・理学部地球学教室における登録番号は、古生代放散虫化石：OCU PR 0000 (4桁の数字)、中生代放散虫化石：OCU MR 0000 (4桁の数字)、新生代放散虫化石 OCU CR 0000 (4桁の数字)とナンバーリングされている。なお、各記号の意味は、OCU：Osaka City University、P：Paleozoic (古生代)、M：Mesozoic (中生代)、C：Cenozoic (新生代)、R：Radiolaria (放散虫)である。現在、登録されている標本数は、OCU PR は0001から0281まで (ホロタイプ18標本とパラタイプ14標本を含む)、OCU MR は2001から2772まで (ホロタイプ57標本とパラタイプ71標本を含む)、OCU CR は 0001 から0053まで (ホロタイプ26標本とパラタイプ23標本を含む)である。

「ラベル記載事項」に関して、つぎのように勧告している、
 勧告73C. ホロタイプのデータ. ある新しい名義種階層群タクソンを設立する著者は、そのホロタイプにかかわる少なくとも次のデータを、適切であれば著者が知っている限り、公表するべきである。

- 73C. 1. 大きさ、または、1つもしくは複数の適当な器官あるいは部分の大きさ。
- 73C. 2. 略さずに記した産地 (経緯度を含む)、採集日、および添付するラベルに書かれた他のデータ。
- 73C. 3. 性別のある動物ならば、性。
- 73C. 4. 発生段階、およびそのタクソンに複数のカストがある場合は、それが属するカスト。
- 73C. 5. 採集者の氏名。
- 73C. 6. それを収蔵するコレクション、および、割り当てられた収蔵番号もしくは登録番号。
- 73C. 7. 寄生動物の場合、宿主種の名称。
- 73C. 8. 現生の陸生タクソンの場合、ホロタイプを捕獲した海拔高度 (メートル法で)。
- 73C. 9. 現生の水生タクソンの場合、ホロタイプを捕獲した水深 (メートル法で)。
- 73C. 10. 化石タクソンの場合、ホロタイプの地質年代および層位 (可能な限り、よくわかっている層準からの上下をメートル法で述べる)。

以上のようにラベル記載事項は具体的で多岐にわたっている。筆者が実際に新種記載した記載事項は、異名 (synonym: 同物異名)、記相 (diagnosis)、語源 (etymology)、記載 (description)、サイズ (measurement: 計測値)、産地 (locality)、登録番号 (registered number)、地質年代 (geological age)、層位 (stratigraphy、horizon)、比較 (comparison)、備考 (remarks)である。

(3) タイプ標本の保管

A) 保管場所

条16. 4. 種階級群名. タイプ固定は明確になされること。1999年よりも後に公表された新種と新亜種の小名はどれも、原公表中に次の各号を伴わなければならない。

16.4.2. ホロタイプやシントypesが現存標本である場合には、それらがあるコレクション中に供託される（もしくは、されている）という意図を言明、および、そのコレクションの名称と所在を示した言明（勧告16Cを見よ）。

勧告16C. Types標本の保存と供託. 著者は、担名Typesが世界共通の参照基準であることを認識したうえで（条72.10を見よ）、学術標本コレクションを維持管理し、それらが保管しかつそれらを研究用に利用可能にする設備を有する研究機関（すなわち、勧告72Fの要件を満たしているところ）にTypes標本を供託するべきである。

条72.10. 担名Typesの価値. ホロタイプ、シントypes、レクトタイプ、およびネオタイプは、あらゆる名義種階級群タクソン（さらに、間接的にあらゆる動物タクソン）の学名の担手である。それらは、動物命名法に客観性をもたらす世界共通の参照基準であり、そのように処遇されねばならない（勧告72D～72Fを見よ）。それらは、科学のために、それらの安全保管に責任ある人物に委託されるものとする。

上記の条16.4に「1999年よりも後に」とあるのは、規約第4版が出版された1999年よりも前の新種記載論文ではTypes標本の保管場所が明示されていないものがあったことを受けて、1999年よりも後に公表する場合は保管場所を明示することを規定している。さらに保管場所として研究に利用可能な設備を有する研究機関であることという条件も記している。なお、日本語版の勧告16C中の「設備」に関して、日本語版編集者が「標本庫などだけでなく、標本管理や貸出事務のシステムなども含んでいると思われる」という注をつけている。

上記の条72.10は、Types標本が「世界共通の参照基準」としてそれ相応に処遇されねばならず、「科学のために、それらの安全保管に責任ある人物に委託される」べきであるとしている。Types標本が学名の担手として重要であり、その価値を十分認識したうえで保管する必要がある。

B) 研究機関の責任

勧告72F. 研究機関の責任. 担名Typesが供託されているあらゆる研究機関は、

72F.1. 担名Typesであることが間違いなく認識できるように、確かにすべてをはっきりと標識すべきである。

72F.2. それらを安全に保管するために必要なあらゆる手段をとるべきである。

72F.3. それらを研究利用可能にするべきである。

72F.4. 保有もしくは管理している担名Typesのリストを公表するべきである。

72F.5. 可能な限り、担名Typesにかかわる情報を求めに応じて提供するべきである。

以上の勧告72Fに記されたように、Types標本の安全管理に関して研究機関の責任は重い。研究機関はTypes標本の保管だけでなく、研究用利用を可能にし、リストを公表し、情報を提供するという便宜共用・情報発信も要請されている。

4. 標本の保管・利用のあり方

「1. はじめに」で記したように、大阪市立大学地球学教室には多数の古生物標本が保有されている。その中には「4. タイプ（模式）標本の登録と保管」の「2）タイプ標本の登録」で記したように、筆者を始めとする多くの著者（文献参照）によって新属・新種記載された放散虫化石の多数のタイプ標本（ホロタイプとパラタイプ）が含まれる。また、市川浩一郎教授（当時）と前田保夫博士によって新属・新種記載された多数の白亜紀二枚貝化石（Ichikawa and Maeda, 1958a; Ichikawa and Maeda, 1958b; Ichikawa and Maeda, 1963; Ichikawa and Maeda, 1966）のタイプ標本も保有されている。これら二枚貝化石は淡路島南部および和泉山脈に分布する和泉層群と呼ばれる白亜系上部統から採集されたもので、タイプ標本の登録番号としてOCU MM 000（3桁の数字）が使われている。ちなみにMMはMesozoic Mollusca（中生代軟体動物）を意味する。市川浩一郎教授の二枚貝化石標本は白亜紀のものだけでなく三畳紀〜ジュラ紀のものも含めて多数に及んでいたが、同教授の定年退職後、兵庫県立人と自然の博物館からの強い要請もあって、上記のタイプ標本を除く多くの二枚貝化石標本は同博物館に移管された。古生物標本ではないが、吉田勝教授（当時）が南極大陸で採集した多数の岩石標本は、同教授の定年退職後、大阪市立自然史博物館に移管された。なお、両教授の移管された標本は、いずれも大阪市立大学に赴任される以前に採集されたものという経緯があったこととも無関係ではないかもしれない。

大学の研究者が保有していた学術標本が、研究者の退職後に他の研究機関（主に博物館）に移管される例は多い。その理由は、学術標本を扱っていた研究者が退職すると、大学にはその標本を系統的に保管し、さらにそれを利用しようとするシステムがないため、標本の保管が保証されないし、標本の利用も望めないからである。学術標本がより確実・安全に保管され、さらにそれが有効利用されるのであれば、他の研究機関に移管するのも一つの選択肢といえる。

それでは貴重な学術標本を手放す（放出する）ことになる大学にとって、仕方がないことなのだろうか。大学に所属する研究者として学術標本を扱い、研究業績を残してきたのであれば、その学術標本はその大学の業績の証でもあり、出来る限り大学が学術標本を保管し、今後の教育・研究に利用できるよう努めるべきである。とくにタイプ標本に関しては国際動物命名規約等によって、標本の登録先の研究機関が責任をもって安全保管し、さらに利用を可能にし、標本に関する情報を発信しなければならないと規定している。

筆者は、放散虫化石の新属・新種を記載して、タイプ標本を大阪市立大学に登録してきた。これらのタイプ標本の保管が筆者の直面する問題である。この問題に端を発して、より広く古生物標本やその他の学術標本の保管・利用に関する現状の問題を見てきた。要するに今まで、標本の保管・利用に関して、研究者個人、研究室、学科・専攻、学部・研究科というレベルで個別に対処されてきたが、全学的なレベルでの保管・利用のシステムが存在しなかったのである。もちろん、学科・専攻レベルや学部・研究科レベルで実質的に解決できる問題もあるが、

学術標本の保管・利用という全学に共通する課題においては、全学的に検討される必要がある。さらに、先走って言えば、標本が安全に保管され、教育・研究に利用され、社会貢献・説明責任の達成に活かされる全学的なシステムが早急に必要である。

参考文献

- 動物命名法国際審議会, 2000, 国際動物命名規約 第4版 日本語版. 日本動物分類学関連学会連合, p. i-vxiii and 1-133.
- FUNAKAWA Satoshi, 1994, Plagiacanthidae (Radiolaria) from the Upper Miocene of eastern Hokkaido, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 174, p. 458-483.
- FUNAKAWA Satoshi, 1995, Intrageneric variation and temporal change in the internal skeletal structure of plagiacanthids (Radiolaria) from Hokkaido, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 180, p. 208-225.
- FUNAKAWA Satoshi, 2000, Internal skeletal structures of the Cenozoic genera *Gondwanaria*, *Lipmanella* and *Lithomelissa* (Plagiacanthidae, Nassellaria) and their taxonomy. *Micropaleontology*, vol. 46, p. 97-121.
- HORI Rie, 1988, Some characteristic radiolarians from Lower Jurassic bedded cherts of the Inuyama area, Southwest Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 151, p. 543-563.
- HORI Rie and OTSUKA Tsutomu, 1989, Early Jurassic radiolarians from the Mt. Norikuradake area, Mino Terrane, central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 32, p. 175-199.
- HORI Rie and YAO Akira, 1988, *Parahsuum* (Radiolaria) from the Lower Jurassic of the Inuyama Area, Central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 31, p. 47-61.
- 石垣 忍・八尾 昭, 1982, 放散虫革命—放散虫研究者と現場教師の対話 —. 地学教育と科学運動, no. 11, 93-102.
- ICHIKAWA Koichiro and MAEDA Yasuo, 1958a, Late Cretaceous Pelecypods from the Izumi Group. Part I. Cucullaeidae (*Pleurogrammatodon*, nov., *Nanonavis*, and *Indogrammatodon*). *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, series G*, vol. 3, p. 61-79.
- ICHIKAWA Koichiro and MAEDA Yasuo, 1958b, Late Cretaceous Pelecypods from the Izumi Group. Part II. Orders Taxodontida, Prionodontida, Dysodontida, Desmodontida and Adapodontida. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, series G*, vol. 4, p. 71-123.
- ICHIKAWA Koichiro and MAEDA Yasuo, 1963, Late Cretaceous Pelecypods from the Izumi Group. Part III. Order Heterodontida (1). *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 7, p. 113-145.
- ICHIKAWA Koichiro and MAEDA Yasuo, 1966, *Clisocolus* (Bivalvia, Late Cretaceous) from the Izumi Group of the Kinki District, Japan. *Professor Susumu MATSUSHITA Memorial Volume*, p. 233-241.

- ICHIKAWA Koichiro and YAO Akira, 1976, Two new genera of Mesozoic cyrtoid radiolarians from Japan. In Takayanagi Y. and Saito T. (eds.) *Progress in Micropaleontology*. Micropaleontology Press, The American Museum of Natural History, p. 110-117.
- International Commission on Zoological Nomenclature, 1999, International Code of Zoological Nomenclature. Fourth Edition, The International Trust for Zoological Nomenclature 1999, p. i-xxiv and 1-306.
- KUWAHARA Kiyoko and SAKAMOTO Masanori, 1992, Late Permian *Albaillella* (Radiolaria) from a bedded chert section in the Gujo-hachiman area of the Mino Belt, central Japan -Preliminary report on morphometry and cluster analysis-. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 35, p. 33-51.
- KUWAHARA Kiyoko, 1999, Phylogenetic Lineage of Late Permian *Albaillella* (Albaillellaria, Radiolaria). *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 42, p. 85-101.
- MATSUOKA Atsushi, 1982, Jurassic two-segmented Nassellarians (Radiolaria) from Shikoku, Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 25, p. 71-86.
- MATSUOKA Atsushi, 1983, Middle and Late Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Sakawa and adjacent areas, Shikoku, Southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 26, p. 1-48.
- MATSUOKA Atsushi, 1984, Late Jurassic four-segmented Nassellarians (Radiolaria) from Shikoku, Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 27, p. 143-153.
- MATSUOKA Atsushi, 1986, *Tricolocapsa yaoi* Assemblage (Late Jurassic radiolarians) from the Togano Group in Shikoku, Southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 29, p. 101-115.
- MATSUOKA Atsushi and YAO Akira, 1985, Latest Jurassic Radiolarians from the Torinosu Group in Southwest Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 28, p. 125-145.
- UMEDA Masaki, 1997, Late Silurian and Early Devonian radiolarians from the Konomori area in the Kurosegawa Terrane, Southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku), the Journal of the Association for the Geological Collaboration in Japan*, vol. 51, p. 413-432.
- UMEDA Masaki, 1998, Some Late Silurian characteristic radiolarians from the Yokokurayama Group in the Kurosegawa Terrane, Southwest Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku), the Journal of the Association for the Geological Collaboration in Japan*, vol. 52, p. 203-209.
- YAO Akira, 1972, Radiolarian fauna from the Mino belt in the northern part of the Inuyama area, Central Japan. Part I Spongosaturnalids. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 15, p. 21-64.
- YAO Akira, 1979, Radiolarian fauna from the Mino belt in the northern part of the Inuyama area, Central Japan. Part II Nassellaria 1. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 22, p. 21-72.
- YAO Akira, 1982, Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, Central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 25, p. 53-70.

- 八尾 昭, 2007. 放散虫群集の時空変遷と環境変遷. 日本古生物学会 2007 年年会 講演予稿集, p. 7.
- 八尾 昭・水谷伸治郎, 1993. 放散虫化石の研究と中・古生界層序の再検討. 日本地質学会(編)日本の地質学 100 年, p. 131-137.
- 八尾 昭・桑原希世子 (1997) ヘルム紀新世から三疊紀古・中世にかけての放散虫群集の変遷. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 10, p. 87-96.
- YAO Akira and KUWAHARA Kiyoko, 1999. Middle - Late Permian radiolarians from the Guangyuan - Shangsi area, Sichuan Province, China. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, vol. 42, p. 69-83.

(やお あきら・大阪市立大学名誉教授)